6/B

Pflanzenschutz Berichte

Herausgegeben von der

Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien

Schriftleiter:
Dr. FERDINAND BERAN, Wien

I. Band, Jahrgang 1947. Heft 3/4

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
SEP 1947

ÖSTERREICHISCHFR AGRARVERLAG
WIEN

NEUERSCHEINUNG!

Die fachwissenschaftliche Zeitschrift

DIE BODENKULTUR

Österreichisches Zentralorgan der
Landwirtschaftswissenschaften

Herausgegeben
von der Hochschule für Bodenkultur
gemeinsam mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien
bringt
Versuchs- und Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Landwirtschaft und ihrer Grenzgebiete.

Erscheint ab Juli vierteljährlich
in Groß-Oktav-Format 17 x 24 cm. Umfang des ersten Heftes 128 Seiten mit Textillustrationen und 5 Bildtafeln in Kartonumschlag broschiert.

Bestellungen an den

ÖSTERREICHISCHEN AGRARVERLAG

Druck- und Verlags-Gesellschaft m. b. H.,

WIEN I., BANKGASSE 3 / TELEPHON U 28-5-65

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
SCHRIFTLEITER: Dr. F. BERAN, BEIDE WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 1

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

I. BAND	SEPTEMBER 1947	HEFT 3/4

Vorstudien und Beobachtungen über die Entwicklung des Kartoffelkäfers in Österreich.

Von

O. Watzl,

Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

Jahreszeitliches Auftreten.

Im Jahre 1946 wurden in Österreich (westliche Bundesländer) in folgenden Zeitspannen Kartoffelkäferfunde gemeldet:

Käfer zwischen 11. Mai und 9. August,
Eigelege „ 20. Mai und 26. Juli,
Larven „ 21. Mai und 7. August.

Bei den Meldungen über Eigelege ist zu bedenken, daß diese wegen ihrer Lage (meist Blattunterseite!) sicherlich oft übersehen werden.

Bemerkt sei, daß im Jahre 1945 vereinzelte Käferfunde noch im September beobachtet wurden, so in Vorarlberg sogar noch gegen Ende dieses Monats.

Auffallend ist das Fehlen von Käfermeldungen im warmen Spätsommer und im Herbst des Berichtsjahres. Man muß allerdings berücksichtigen, daß Käfer, welche bei ihrem Erscheinen keine grünen Kartoffelpflanzen mehr vorfinden, große Neigung zum Abwandern haben und daher nicht so leicht gefunden werden. Andererseits ergeben sich als Schlußfolgerungen:

1. Die Bekämpfungsarbeit, die von unseren Bundesländern in der Westhälfte Österreichs gegen die Frühjahrsgeneration des Käfers geleistet wurde, ist offenbar erfolgreich gewesen;
2. Massenzuflüge von Käfern aus Bayern, bzw. aus der Schweiz sind im Hochsommer oder Herbst 1946 nicht mehr erfolgt.

Notwendigkeit weiterer Studien.

Durch diese gewiß sehr erfreulichen Tatsachen dürfen wir uns aber über das Fortbestehen der Kartoffelkäfergefahr nicht täuschen lassen — eine Gefahr, die ganz besondere Bedeutung erlangen würde, wenn es dem Käfer gelingen sollte, in unseren Hauptkartoffelgebieten heimisch zu werden.

Der Kartoffelkäfer kommt bekanntlich aus Hochländern Amerikas, er ist also ursprünglich ein Gebirgstier, dessen Vorkommen in Alpentälern bis zu 1800 m (Anden bis 2400 m!) nichts Verwunderliches an sich hat. Das Klima Europas (mit Ausnahme des höchsten Nordens) ist ihm durchaus bekömmlich und die wärmeren Teile der Alpenländer sind seiner Vermehrung sicherlich recht günstig — wie schon durch die starke Ausbreitung, die der Käfer in der Schweiz gefunden hat, bewiesen wird.

Um nun einen Überblick darüber zu bekommen, wie die Entwicklung des Käfers in Österreich verläuft und wie rasch sich derselbe unter unseren Klimaverhältnissen zu vermehren vermöchte, hat die Bundesanstalt für Pflanzenschutz im Hochsommer 1946 in Wels (Oberösterreich) Zuchtversuche ausgeführt, deren Ergebnisse — soweit sie wenig oder nicht bekannte Tatsachen lieferten — in der Folge kurz beschrieben werden.

Eiablage.

Bekanntlich erfolgt die Eiablage meist an die Unterseite der Kartoffelblätter. Vereinzelt kann aber auch die Oberseite derselben ein Gelege erhalten, ja auch der Blattstiel wird gelegentlich zur Ablage der Eier benützt. Ein Weibchen in Legenot kann seine Eier auch dort absetzen, wo es sich gerade befindet; so klebte ein Käfer ein ganzes Gelege an das Glasfenster eines Drahtkäfigs. Wichtiger ist, daß geschwächte Weibchen, wahrscheinlich normalerweise gegen Ende ihrer Ablagetätigkeit, einzelne Eier, ja manchmal auch mehrere kleine Gelege, einfach auf den Boden ablegen, wo sie leicht übersehen werden können.

Die letzte Ablage eines ganzen Geleges wurde in Wels am 2. September, das letztgelegte Einzelei am 9. September (Tagesmittel 19 bis 20° C) beobachtet.

Ei.

Die länglich-ovalen Eier hatten eine Länge von 1·5 bis über 2 mm und eine Breite von etwa 0·6 bis 1 mm. Überraschend war die wechselnde, mit dem Alter der Eier nicht zusammenhängende Färbung derselben, nämlich von zitronen- bis dottergelb oder (seltener) mehr bräunlich, und zwar dann meist mit rötlichem Einschlag. Die Bedeutung der Farbunterschiede muß noch untersucht werden.

Die Studien über die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien des Kartoffelkäfers wurden in einem ungeheizten, gegen Osten gelegenen, meist dauernd gelüfteten (auch nachts!) Zimmer in einer Welser Kaserne in der Zeit ab 18. Juli ausgeführt, wobei an schönen Tagen zwei bis drei Stunden Sonnenschein ins Laboratorium fiel. Die folgenden Zeitangaben stammen sämtlich — soweit nicht anders angegeben — aus der Hochsommerzeit mit Tagesmitteltemperaturen von 20 bis 24° C im Schatten.

Die Entwicklungsdauer der Eier betrug unter diesen Bedingungen 5 bis 7 Tage, bei tieferen Herbsttemperaturen aber natürlich wesentlich länger.

Käfer, die während ihres Fressens auf Eigelege stießen, verzehrten häufig — besonders wenn es Männchen waren — auch diese; hingegen wurde bei einem Weibchen beobachtet, daß es das Blatt rings um das unversehrt bleibende Eigelege herum abfraß. Andererseits kam auch der gegenteilige Fall vor, daß ein Weibchen sogar von ihm selbst abgelegte Eier verzehrte.

Eilarve (L_1).

Bekanntlich trägt der Kopf der Kartoffelkäferlarven einen schwarzen Panzer, die sogoenannte Kopfkapsel, die nicht elastisch ist und daher während eines ganzen Larvenstadiums unverändert bleibt. Die Breite der Kopfkapsel sowie ein Vergleich mit dem oberseitigen sogenannten Nackenschild auf dem nächsten Körperabschnitt gibt uns daher ein einfaches Mittel zur Unterscheidung der vier Larvenstadien.

Und zwar ist der Kopf der aus dem Ei schlüpfenden Eilarve — nach Messungen an dem österreichischen Zuchtmaterial — 0·5 bis 0·6 mm breit und der ebenfalls schwarze Nackenschild wenig schmäler oder gleich breit.

Im Gegensatz zu den schwerfälligeren älteren Larven hat die Eilarve eine bedeutende Haftfähigkeit, so daß sie — wie übrigens noch mehr der Käfer — sogar ein gutes Stück auf glatten Glasplatten hochkriechen kann. Die Haftfähigkeit der an sich winzigen Eilarve läßt auf gelegentliche Verschleppungsmöglichkeit, z. B. durch andere zufällig nahekommende Tiere, schließen.

Unter den für die sommerlichen Zuchtversuche oben angegebenen Verhältnisse (20 bis 24° C im Schatten usw.) benötigt die Eilarve 3 bis 4½ Tage zur Entwicklung, die mit der ersten Larvenhäutung abschließt.

„Junglarve“ (L_2).

Die frisch gehäutete Larve aller Stadien ist einheitlich (durchscheinend) rötlich gefärbt; erst nach und nach bekommen die schwarzgezeichneten Körperteile (Kopf, Nackenschild usw.) und die seitlichen Körperflecke ihre Schwarzfärbung.

Die L_2, die wir zum Unterschied von der Eilarve „Junglarve" nennen wollen, zeigte folgende Maße der Panzerung: Kopfkapsel 0·8 bis 1·1 mm breit, Nackenschild ungefähr ebenso oder minimal breiter.

Die Entwicklungsdauer unter den Sommerbedingungen (siehe oben) betrug 2½ bis 4 Tage.

„Mittellarve" (L_3).

Der Name „Mittellarve" für die L_3 ist auch deshalb zweckmäßig, weil dieses Stadium etwa halbe Größe gegenüber den erwachsenen L_4 aufweist.

Die Breite der Kopfkapsel betrug 1·3 bis 1·7, selten gegen 1·8 mm. Der Nackenschild ist stets deutlich breiter als der Kopf; er ist schwarz wie bei L_2 und L_1, nur ausnahmsweise vorne mit schmalem hellerem Randsaum.

Die Entwicklung dauerte bei den angegebenen Verhältnissen nur 2½ bis 3½ Tage; es ist — soweit bisher beobachtet — das kürzeste Larvenstadium.

Altlarve (L_4).

Dieses vierte und letzte Larvenstadium ist nicht nur durch die Größe der Kopfkapsel, die 2·0 bis 2·5 mm breit ist, und die Maße des Nackenschildes — der stets erheblich breiter als der Kopf ist — gekennzeichnet, sondern die Altlarve unterscheidet sich außerdem durch die Färbung des Nackenschildes leicht von allen jüngeren Stadien: der Nackenschild ist nämlich nur in der rückwärtigen Hälfte schwarz, hingegen im Vorderteil (zackig abgegrenzt) hellgelbbräunlich.

Die Variation der Altlarven in bezug auf den Ton ihrer Rotfärbung, die heller ist als diejenige junger Larven und häufig, besonders kurz vor der Verpuppung, einen mehr bräunlichen Ton hat, war erheblich; der Farbton schien aber nicht nur nach dem Reifezustand der Larven, sondern auch nach dem Aufenthaltsort derselben zu wechseln.

Die gesamte Lebensdauer der Altlarven betrug bei unseren Sommerversuchen 8 bis 11 Tage; dies konnte in solchen Fällen beobachtet werden, wenn die Verpuppung nicht unter der Erde stattfand (siehe Abschnitt: Puppe). Von dieser Gesamtdauer entfallen 5 bis 6½ Tage auf die Entwicklung der Altlarve (erhebliches Größenwachstum), vermehrt um die Zeitspanne, welche der Larve zur Vorbereitung des Einbohrens in die Erde dient; die Restzeit (3 bis 4½ Tage) vergeht vom Zeitpunkt des Einbohrens in die Erde bis zur tatsächlichen Verpuppung.

Die Altlarve hat aber auch die Fähigkeit, schon v o r Erreichung der vollen Größe ihres Körpers zu einer Art Notverpuppung schreiten zu können, wobei abnormal kleine Puppen und kleine Käfer (siehe im Abschnitt: Jungkäfer) entstehen. Eine solche Notverpuppung findet wahrscheinlich dann statt, wenn der Larve die ihr dargebotene, bzw.

von ihr erreichbare Nahrung nicht zusagt oder wenn die Umweltbedingungen für die weitere Nahrungsaufnahme der Larve sonst nicht günstig sind.

Gesetzmäßigkeit der Kopfbreiten der vier Larvenstadien.

Die mittleren Kopfmaße aus unserem Material waren: etwa 0·55 mm — 0·95 mm — 1·50 mm — 2·25 mm. Die Vergrößerungsindizes waren im Durchschnitt 1·74 — 1·575 — 1·505, also eine fallende Reihe.

Das von Dyar (1890) aufgestellte Gesetz — nach dem z. B. bei Raupen, Sägewespenlarven und Collembolen diese Indizes zwischen allen Larvenstadien ($L_1 : L_2$, bzw. $L_2 : L_3$ usw.) gleichbleiben sollen — dürfte also beim Kartoffelkäfer durch ein anderes Gesetz ersetzt sein.

Puppe.

Die einheitlich orangerote Puppe des Kartoffelkäfers, die durch die letzte Larvenhäutung aus der Altlarve hervorgeht, ruht nicht immer in der Erde — wenn dies auch sicherlich die Regel darstellt. Zur Verpuppung reife Altlarven können sich nicht nur in dunklen Käfigen, die keine Erde enthalten, verpuppen und anscheinend ganz normale Käfer liefern, sondern es scheinen auch — nach unseren Welser Beobachtungen im Laboratorium — manche Larven die Erdoberfläche zur Verpuppung vorzuziehen. Dies war bisweilen auch in solchen Fällen der Fall, wenn ihnen eine mehrere Zentimeter tiefe, mäßig feuchte Erdschichte geboten worden war, die den Altlarven unserer Ansicht nach zur gewöhnlichen Verpuppungsart innerhalb der obersten Erdschichten hätte geeignet erscheinen können. Jedenfalls ziehen die Larven für die Puppenruhe solche Stellen vor, die im Halbdunkel oder Dunkel liegen; ferner dürfte zum Erfolg einer Verpuppung eine nicht zu geringe Feuchtigkeit des umgebenden Mediums, also in diesem Falle: der Luft, Vorbedingung sein.

Die Dauer der Puppenruhe betrug bei unseren Versuchen im Sommer — soweit sie beobachtet werden konnte — 9 bis 10 Tage. Sie kann sich unter ungünstigeren Bedingungen, z. B. im Herbst, um ein Vielfaches länger hinziehen.

Jungkäfer bis zur Paarung.

Die Entstehung des Käfers aus der Puppe erfolgt durch allmähliche Umbildung innerhalb einiger Tage. Der frischgehäutete, zuerst in der Erde usw. ruhende Jungkäfer verweilt noch kurze Zeit (nach unseren bisherigen Beobachtungen schätzungsweise einen Tag lang) an seinem Entstehungsort und kriecht dann aus dem Erdboden. Bei unseren Zuchtversuchen erfolgte dies hauptsächlich in den Morgen- und Vormittagsstunden, also bei zunehmender Tagestemperatur. Der Jungkäfer, dessen Oberfläche — mit Ausnahme der hell-lehmgelblich und schwarz gekennzeichneten Flügeldecken und mit Ausnahme der übri-

gen schwarz gekennzeichneten Teile und Stellen noch deutliche Spuren von der Orangefärbung der Puppe behalten hat, ist durch diesen Grundfarbton noch längere Zeit von überwinterten Altkäfern zu unterscheiden, deren Oberfläche den rötlichen Farbton verloren hat.

Die Käfer waren 9 bis 10·8 mm lang und 6 bis 7·5 mm breit; solche von notverpuppten Larven kleiner (gemessene Minimalmaße: 7·8× 5·5 mm).

Zunächst wird der Jungkäfer wohl von zwei Grundtrieben beherrscht: Hunger und Durst. Begierig fällt er über die dargebotene Nahrung aus saftigen Blättern her, die beide Bedürfnisse stillen können. Es wird aber nicht nur die Blattfläche befressen, sondern oft auch ein Blattstiel angenagt und dessen Saft geleckt. Bekanntlich werden bei Mangel an grüner Pflanzennahrung auch dargebotene Kartoffelknollen befressen, und zwar mit sichtlicher Begierde.

Soweit dies bei unseren oberösterreichischen Zuchten beobachtet werden konnte, dauerte die oberirdische „Junggesellenzeit" der männlichen Käfer — also die Zeitspanne, die das Männchen vom Auskriechen aus der Erde bis zur Geschlechtsreife benötigt — i. M. 5 bis 6½ Tage.

Die Paarung, welche tagsüber stattfindet und die beiden Partner während mehrerer Minuten vereinigt, findet öfters statt. Sie leitet den letzten Entwicklungsabschnitt der Weibchen ein.

Reifung der Weibchen.

Bei den allerdings wenigen Paaren von Kartoffelkäfern, die genauer beobachtet werden konnten, war das Weibchen übereinstimmend deutlich größer als das durch den Besitz des Kopulationsorganes ausgezeichnete Männchen; vor allem war die bedeutendere Dicke des Hinterleibes der Weibchen bei Seitenansicht — und zwar auch schon der noch nicht trächtigen Weibchen — leicht zu sehen. Diese leider relativen Unterschiede versagen aber bei Käfern mittlerer Größe, für die bis jetzt kein sicheres äußeres Geschlechtskennzeichen gefunden wurde, da die Geschlechtsorgane im Innern des Körpers verborgen sind und „sekundäre Geschlechtsmerkmale" vollkommen zu fehlen scheinen.

Dagegen ist die Unterscheidung während der Paarung mit keiner Schwierigkeit verbunden, weil das Kopulationsorgan des oben befindlichen Männchens ohne weiteres zu sehen ist.

Die Reifungszeit, welcher der weibliche Käfer nach seiner Befruchtung noch bedarf, um Eier ablegen zu können, ist nicht so einfach zu bestimmen, kann man ja doch nicht einmal sicher ermitteln, wann die eigentliche oder innere Befruchtung eines Weibchens wirklich stattfindet. Es scheint aber, daß diese Reifungszeit im warmen Hochsommer — wie bei unseren Versuchen — bloß 3 bis 5 Tage währte, da das Gesamtalter der zur ersten Eiablage schreitenden Weibchen nicht mehr als 9 bis 12½ Tage betrug.

Fruchtbarkeit der Jungkäfer im Hochsommer.

Hierüber konnten in Wels die ersten Beobachtungen angestellt werden. Das beobachtete Maximum war 533 Eier in nicht ganz 6 Wochen (davon 359 innerhalb der ersten 8 Tage). Ein anderes Weibchen legte 322 Eier in 20 Tagen. Die Gesamteizahlen anderer Weibchen konnten wegen der Unmöglichkeit, die einzelnen Käfer in genügend großen Käfigen zu isolieren, nicht ermittelt werden.

Die scheinbar geringe Eizahl eines weiteren bereits als Käfer gefangenen Weibchens, das in drei Wochen 158 Eier — davon viele einzeln und auf den Boden des Käfigs — ablegte, ist durch das höhere Alter dieses Weibchens, das wahrscheinlich aus dem vorherigen Herbst stammte und schon im Frühjahr Eier abgelegt haben mag, zu erklären.

Gesamtentwicklung.

Gewöhnlich versteht man unter der Entwicklungsdauer eines Insektes mit vollkommener Verwandlung die Zeit, welche für die Entwicklung von Ei, Larve und Puppe bis zum Erscheinen der Imago verbraucht wird. Im biologischen Sinne ist die Gesamtentwicklung aber erst dann abgeschlossen, wenn die Reifung der ersten Eier im Eierstock des Weibchens beendet ist und die Eiablage beginnt.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes erhalten wir die Dauer der Gesamtentwicklung durch Summierung der für die 10 Lebensabschnitte des Kartoffelkäfers notwendigen Zeiten.

Diese waren bei unseren zahlreichen Zuchtversuchen im Welser Laboratorium im Hochsommer:

Ei	i. M.	6	Tage
L_1	„	3¾	„
L_2	„	3¼	„
L_3	„	3	„
L_4' (oberirdisch)	„	5¾	„
L_4'' (unterirdisch)	„	3¾	„
Puppe	„	9½	„
K' (Käfer unterirdisch)	„	1	„ (?)
K'' (bis Paarung)	„ etwa	5¾	„
K''' (bis Eiablage)	„ etwa	4	„
Gesamtentwicklung daher	i. M. etwa	45¾	Tage.

Phänologische Daten und Generationenzahl.

Da nach Literaturangaben die kürzesten Entwicklungszeiten im Mai (?, Anm. des Verf.), Juni und Juli, bzw. nach unseren Beobachtungen auch noch in den August hinein gelten, werden (überwinterte) Käfer, die z. B. in der ersten Junihälfte erscheinen, bereits in der zweiten Julihälfte die nächste Käfergeneration (Sommerkäfer = erste Jahresgeneration) entstehen lassen. Daß dies für die wärmeren Lagen Vor-

arlbergs und auch für weite Gebiete Oberösterreichs zutrifft, ersieht man aus der Figur, in der die mit Datum versehenen Käferfunde von sechs Vorarlberger Talgemeinden (mit den meisten Funden) sowie alle oberösterreichischen Funde summiert erscheinen. Zum Vergleich wurden die Käferfunde von acht Berggemeinden (strichliert) zur Darstellung gebracht.

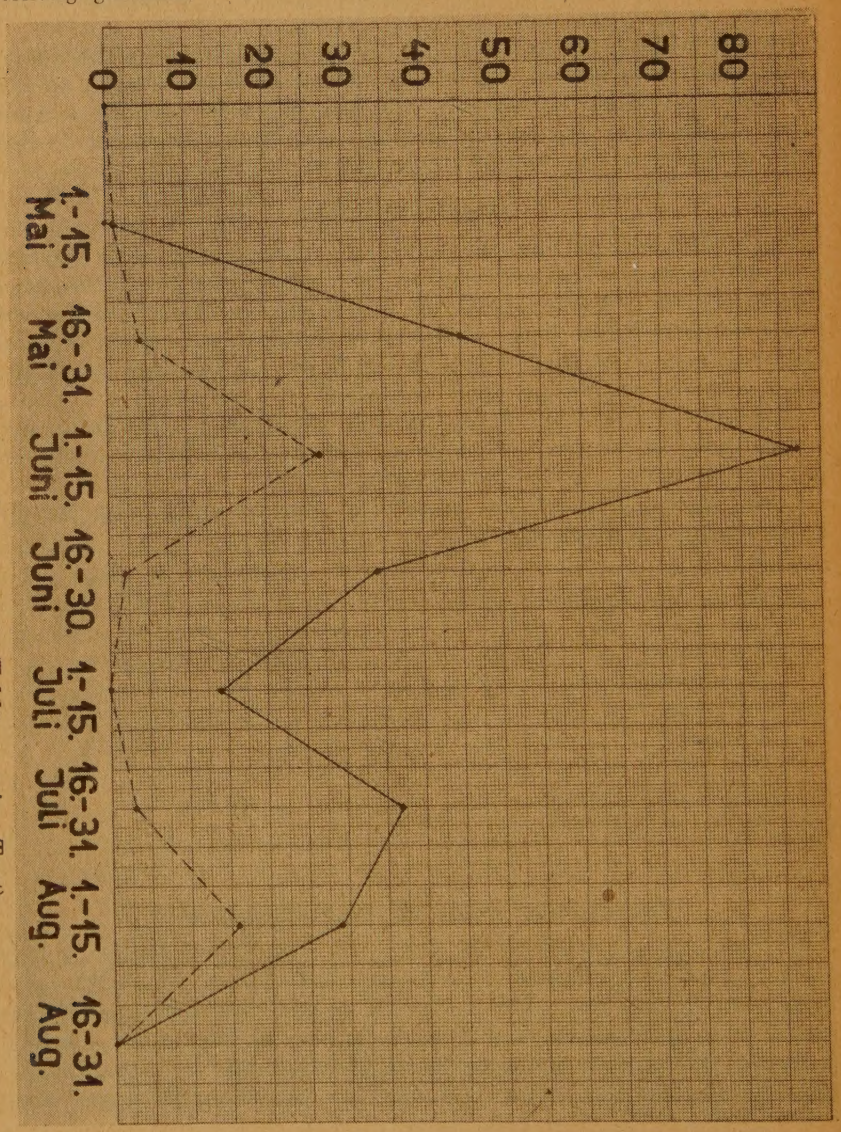


Fig.: Kartoffelkäferauftreten 1946 (Erklärung im Text).

Man sieht, daß das zweite Käfermaximum in den wärmeren Gebieten Westösterreichs schon in der zweiten Julihälfte einsetzt, sich allerdings in der ersten Augusthälfte noch ziemlich hoch erhält, um dann rasch abzufallen, so daß zwischen beiden Maxima nur 1½ Monate liegen. Hingegen erhebt sich die Linie, welche das Bergauftreten der Käfer darstellt, erst in der ersten Augusthälfte zum zweiten Maximum. Wenn auch mit Rücksicht auf die bekannte Langlebigkeit der Käfer die Möglichkeit besteht, daß die zweiten Maxima auch noch einzelne überlebende Käfer der überwinterten Generation enthalten, so kann die Tatsache eines zweiten Maximums doch allein durch das Neuauftreten frisch aus der Erde kommender, bzw. allenfalls zum Teil neu zugeflogener Jungkäfer (also erste Jahresgeneration) erklärt werden.

Hiebei ist die Verschiebung des zweiten Maximums bei den Berggemeinden insoweit von Bedeutung, als bei diesen die Herbstwärme sicherlich nicht mehr zur Vollendung einer weiteren Generation genügt, während hingegen in den Tallagen nach Mitte Juli noch mindestens zwei weitere sehr warme Monatshälften (zweite Juli- und erste Augusthälfte) zur raschen Entwicklung der zweiten Käfergeneration zur Verfügung stehen, deren Erscheinen natürlich durch die ab etwa Mitte August absinkenden Tagestemperaturen um einige Wochen verzögert werden kann. In diesen Lagen ist mit der Vollendung der Herbstkäfer (zweite Käfergeneration) im Laufe der zweiten Septemberhälfte oder spätestens im Oktober zu rechnen. Es ist allerdings nicht sicher, ob diese Herbstkäfer normalerweise noch im Herbst aus der Erde kommen oder vielfach gleich zur Überwinterung in der Erde bleiben bzw. in tiefere Bodenschichten abwandern. Jedenfalls lassen einige Beobachtungen vermuten, daß die zweite Käfergeneration bisweilen doch noch erscheint. So wurden im Jahre 1945 in den letzten Septembertagen noch einige Käferfunde aus Vorarlberg gemeldet; ferner konnten wir in Wels in einem Freilandkäfig, in den aus anfangs August abgelegten Eiern gezogene Altlarven (L_4) am 3. September eingesetzt worden waren, beobachten, daß sich in der Zeit vom 10. bis 23. Oktober — bei Temperaturen von $-2{\cdot}7^0$ bis $+19^0$ C im Käfig — einzelne der Jungkäfer außerhalb der Erde zeigten!

Wenn wir das zweimalige Käfermaximum in unserer Figur richtig deuten, so muß sich etwas ähnliches auch für das Larvenauftreten nachweisen lassen. Im folgenden sind nun die Summen der Larvenfunde aus den Tallagen — entsprechend der oberen Linie der Figur — wiedergegeben:

16. bis 31. Mai	100 Larven (genaue Zahl!)
1. bis 15. Juni	200 Larven (genaue Zahl!)
16. bis 30. Juni	412 Larven
1. bis 15. Juli	193 Larven
16. bis 31. Juli	121 Larven
1. bis 15. August	107 Larven

Hieraus ist wohl zu entnehmen, daß sich in der zweiten Hälfte Juni das erste Maximum (erste Generation) zeigt; von einem zweiten Maximum ist aber nichts zu bemerken.

Das Bild wird aber sofort anders, wenn wir etwas genauer vorgehen und die 10-Tage-Summen berechnen. Dann ergibt sich:

11. bis 20. Mai	0	Larven
21. bis 31. Mai	100	Larven (genaue Zahl!)
1. bis 10. Juni	105	Larven
11. bis 20. Juni	296	Larven
21. bis 30. Juni	211	Larven
1. bis 10. Juli	182	Larven
11. bis 20. Juli	28	Larven
21. bis 20. Juli	104	Larven
1. bis 10. August	107	Larven
11. bis 20. August	0	Larven

Man erkennt nun, daß das zweite Maximum zwar nicht bedeutend ist, sich aber doch um den ersten August herum deutlich abhebt. Wir sehen nun auch, daß wir dieses Maximum aus der vorigen Tabelle deshalb nicht erkennen können, weil die auffallende Senkung der Zahlenreihe um Mitte Juli bei halbmonatlicher Summierung nicht in Erscheinung treten kann.

Die Zeitspanne zwischen den beiden Larvenmaxima (Mitte Juni-Anfang August) beträgt — ebenso wie wir dies bei den Käfermaximas unserer Figur gesehen haben — eineinhalb Monate, ist also der von uns im Welser Laboratorium ermittelten Zeitdauer der Gesamtentwicklung völlig entsprechend.

Bezüglich der Ursachen für die verhältnismäßig geringe Höhe des zweiten Maximums gilt das in der Folge bei der Besprechung der Käfermaxima Gesagte.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die Larvenmeldungen aus den 8 auch schon in der Figur erwähnten Berggemeinden Vorarlbergs spärlich sind (Summe: 98) und bei Aufgliederung der Funde nur ein einziges Maximum, und zwar gegen Ende Juli (!) ersichtlich wird. Dies entspricht dem zweiten Käfermaximum unserer Figur (Erscheinen der ersten und einzigen Käfergeneration zumeist erst im August).

Ähnliche Schlüsse über die phänologischen Daten lassen sich auch aus den ungenaueren Fundmeldungen des Jahres 1943 (Beginn der Beobachtung erst Mitte Juni) ziehen.

Wie Sie aus der Figur ersehen, waren die Käferfunde im Juli bzw. August bereits erheblich geringer als im Frühjahr mit dem Maximum in der ersten Junihälfte. Ein ähnliches Absinken ergab sich aus dem Vergleich der Larvenfunde.

Dieses Absinken der Fundmeldungen mit vorschreitender Jahreszeit ist teilweise wohl nur s c h e i n b a r, weil Beobachtungen im Herbst,

besonders nach der Kartoffelernte, erschwert sind und das Interesse der Praktiker zu dieser Zeit sicherlich ein geringeres ist. Der Hauptsache nach war aber wohl eine tatsächliche Verminderung der Individuenzahl zu verzeichnen — wie auch aus der Schweiz (7) mitgeteilt wird, daß dort die zweite Generation in der Regel hinter der ersten beträchtlich zurückbleibt.

In unserem Falle ist die geringe Zahl von Fundmeldungen über Larven und Käfer der zweiten Jahresgeneration jedenfalls in erster Linie auf die ausgezeichnete Wirksamkeit der im Frühjahr und Frühsommer ergriffenen Gegenmaßnahmen (Herdaustilgung und wiederholte starke Giftbespritzungen!) zurückzuführen. Wäre dies nicht der Fall gewesen, würde das zweite Käfermaximum (Erscheinen der ersten Jungkäfer) das erste Maximum (Erscheinen der überwinterten Käfer) sicherlich bedeutend übertroffen haben und wäre die zweite Larvenbrut um anfangs August — trotz einer gewissen natürlichen Beeinträchtigung durch beginnendes Absterben des Kartoffellaubes — zweifellos sehr zahlreich gewesen.

Nach allen Freilandmeldungen der Jahre 1945 (ab Mitte Juni) und vor allem 1946 sowie den Beobachtungen, die im Spätsommer 1946 in Wels (Laboratorium und Freilandkäfig) gewonnen werden konnten, ergibt sich für die wärmeren Gebiete Westösterreichs folgendes Bild vom jahreszeitlichen Auftreten der vier Hauptstadien unseres Schädlings (siehe die Tabelle), mit der Einschränkung, daß dieser Entwicklungsverlauf in Jahren mit anderem Charakter des Sommerwetters Verschiebungen von ein bis mehreren Wochen erfahren kann und Unterschiede je nach der Örtlichkeit ebenfalls bedeutend sein können.

Für die Käfervorkommen in Gebieten mit rauherem Klima (Berggemeinden Vorarlbergs usw.) — wo mit bloß einer einzigen vollen Generation und höchstens einer unvollständigen zweiten zu rechnen ist — gilt das dargestellte Schema natürlich nicht.

Unsicherheiten (Fragezeichen der Tabelle) bestehen namentlich noch hinsichtlich des Auftretens überwinterter Käfer im Spätsommer, des Termins des zweiten Puppenauftretens und des herbstlichen Erscheinens der zweiten Käfergeneration.

Ob in Österreich in Zukunft unter Umständen (lange, warme Sommer!) noch eine dritte Jahresgeneration zur Entwicklung kommen kann, ist noch zweifelhaft. Für die westlichen Bundesländer erscheint es sehr unwahrscheinlich. Hingegen ist es nicht ausgeschlossen, daß in warmen Ostgebieten unserer Heimat, besonders in solchen mit heißem Sommerklima und oft langdauerndem schönem Herbstwetter (Weinklima), solche phänologische Verschiebungen eintreten können, die in Jahren mit „günstiger" Witterung zur Entstehung von drei Jahresgenerationen führen.

April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober	
1.—15.	16.—30.	1.—15.	16.—31.	1.—15.	16.—30.	1.—15.	16.—31.	1.—15.	16.—31.	1.—15.	16.—30.	1.—15.	16.—31.
	?	(K^{II})	K^{II}	$\underline{K}^{II}$	K^{II}	(K^{II})	[1]) ?	[1]) ?					
			[2]) E^{I}	[2]) E^{I}	[2]) E^{I}	[3]) ?							
			L^{I}	L^{I}	$\underline{L}^{I}$	L^{I}	?						
				?	[2]) P^{I}	[2]) P^{I}	[2]) P^{I}	?					
					?	(K^{I})	K^{I}	(K^{I})	[4]) ?	[4]) ?			
						[3]) ?	E^{II}	?	?				
							L^{II}	L^{II}	?	?			
									[5]) ?	[5]) ?	[5]) ?	[5]) ?	
										?	(K^{II})	?	?

Tabelle des jahreszeitlichen Auftretens der Stadien in wärmeren Gebieten Westösterreichs 1946 (und z. T. 1945)
Die Indexziffer bei den Anfangsbuchstaben gibt die Generationszahl an.

$\underline{K}$ = „Käfer zahlreich", K = „Käfer mäßig zahlreich" oder „Angabe über Stärke des Auftretens fehlend".
? = „das Auftreten wurde nicht oder nicht sicher beobachtet, liegt aber durchaus im Bereiche der Möglichkeit"

[1]) Um diese Zeit beginnen die Altkäfer mit der Abwanderung in die Erde;
[2]) die Fundmeldungen waren zu spärlich, um die Lage eines allfälligen Maximums erkennen zu können;
[3]) es ist unsicher, welcher Generation die Gelegefunde in der zweiten Julihälfte angehört haben;
[4]) bezüglich des Fehlens von Käfermeldungen in der zweiten Augusthälfte siehe das im Text Gesagte; ein Teil dieser Käfergeneration dürfte aber nach der Abwanderung in die Erde noch länger am Leben bleiben, wahrscheinlich sogar erfolgreich überwintern;
[5]) betrifft das im Freien nur vereinzelt beobachtete Puppenvorkommen.

Diese große Gefahr dürfte aber nur dann gegeben sein, wenn die überwinterten Käfer schon im April zu erscheinen beginnen und die Eiablage spätestens in der ersten Maihälfte einsetzt, ferner das nachfolgende Sommer- und Herbstwetter die Entwicklung des Schädlings begünstigt. Jedenfalls kennen wir heute noch nicht alle Faktoren, die zu einer solchen beschleunigten Entwicklung des Kartoffelkäfers in den wärmsten Gebieten unserer Heimat führen könnten und müssen darum auch diese Möglichkeit in Betracht ziehen. Daß aber auch schon die festgestellten zwei Jahresgenerationen in klimatisch bevorzugten Gegenden eine schwere Bedrohung unseres Kartoffelbaues darstellen, soll im nächsten Abschnitt dargelegt werden.

Vermehrungspotential

(das ist die mögliche Vermehrungsgröße eines Weibchens).

Wenn auch derzeit noch keine genauen Berechnungen darüber angestellt werden können, wie groß das jährliche Vermehrungspotential des Kartoffelkäfers in Österreich — unter Annahme einer späteren Einbürgerung dieses Großschädlings — sein wird, so kann doch schon mit Hilfe allgemeiner Formeln die Größenordnung aufgezeigt werden, bis zu welcher die Nachkommenschaft eines überwinterten Weibchens in zwölf Monaten anwachsen würde — wenn das natürliche oder durch wirksame Bekämpfungsmethoden verursachte Zugrundegehen eines Teiles der Individuen zunächst unberücksichtigt bleibt.

Unter der Annahme, daß die Anzahl der männlichen und weiblichen Käfer in der Natur die gleiche wäre, ergeben sich nämlich für das Vermehrungspotential folgende allgemein gültige Formeln:

bei 1 Jahresgeneration . . . . . $V_1 = F$,
bei 2 Jahresgenerationen . . . . . $V_2 = F/2 \times F'$ und
bei 3 Jahresgenerationen . . . . . $V_3 = F/2 \times F'/2 \times F''$,

wobei unter F die Fruchtbarkeit eines überwinterten Weibchens (i. M.), unter F' die F. eines Weibchens der ersten Jahresgeneration, unter F'' die F. der zweiten Generation (im Falle des Auftretens von drei Jahresgenerationen) verstanden werden soll.

Die Fruchtbarkeit dürfte nach Literaturangaben mit:

$F = 500$, $F' = 400$, $F'' = 300$ i. M. kaum als zu hoch geschätzt sein.

Es würde sich daher ergeben:

$V_1 = 500$ (Nachkommen innerhalb 12 Monaten),
$V_2 = 250 \times 400 = 100.000$, bzw.
$V_3 = 250 \times 200 \times 300 = 15{,}000.000$.

Man sieht den ungeheueren Einfluß, welchen die Anzahl der Jahresgenerationen auf das Vermehrungspotential ausübt: selbstverständlich gelten diese Zahlen nur unter obigen Annahmen und unter der Vor-

aussetzung, daß die zweite (bzw. dritte) Jahresgeneration eine vollständige ist, d. h. alle Individuen der ersten Generation umfaßt — eine Voraussetzung, die z. B. für unsere Berggegenden sicherlich nicht zutrifft.

Um nun die tatsächliche Vermehrung des Kartoffelkäfers — unter Einbeziehung des natürlichen Absterbens mancher Individuen vor ihrer Fortpflanzung — soweit als möglich einschätzen zu können, wollen wir eine 50%ige Abtötung während eines jeden Entwicklungsganges sowie bei jeder Überwinterung annehmen und erhalten dann als voraussichtliche Nachkommenzahl eines überwinterten Weibchens innerhalb 12 Monaten:

bei 1 Jahresgeneration . . . . . 250 Nachkommen,
bei 2 Generationen . . . . . 12.500 Nachkommen,
bei 3 Generationen . . . . . 937.500 Nachkommen,

also fast eine Million.

Das bedeutet, daß die Nachkommenschaft eines Weibchens innerhalb eines Jahres in Ermanglung einer wirksamen Bekämpfung so anwachsen würde, daß:

bei 2 Jahresgenerationen immerhin . . . . . 62 m²
bei 3 Jahresgenerationen sogar . . . . . zirka ½ ha

Kartoffelland stark befallen und unter Umständen vernichtet würde.

Wahl (3) schreibt, daß bei 2 Generationen „ein einziges Weibchen in einem Jahre recht wohl eine Nachkommenschaft von vielleicht 50.000 bis 100.000 Individuen gründen" kann, er schätzt die tatsächliche Vermehrungsfähigkeit des Kartoffelkäfers also noch wesentlich höher ein. Unter solchen Umständen würde die Nachkommenzahl eines Weibchens bei 3 Jahresgenerationen in die Millionen gehen und zur Vernichtung von mehreren Hektar Kartoffelland im nächsten Frühjahr genügen.

Wir sind der Ansicht, daß eine derartig starke Vermehrung bei bloß 2 Generationen wohl nur in Ausnahmsfällen in der Natur vorkommen wird, müssen aber zugeben, daß die im vorhergehenden angenommenen Abtötungsziffern im Hinblick auf die geringe Zahl der „Feinde" des Kartoffelkäfers möglicherweise etwas zu hoch gegriffen sein könnten.

Zum Schlusse sei einem verbreiteten Irrtum hinsichtlich der Bedeutung der Winterkälte für die Überwinterung der Käfer entgegengetreten. Laut Literaturangaben, bes. Breny (4) gehen die in der Erde ruhenden Käfer erst bei Frosttemperaturen von — 4 bis — 13° ein. Temperaturen, die in tieferen Bodenschichten — die Käfer ziehen sich unter Umständen bis zu etwa 70 cm Tiefe zurück — nur sehr selten und auch in den oberen Schichten im Falle von Schneebedeckung nicht leicht erreicht werden. Vor einer Überschätzung der abtötenden Wirksamkeit strenger Winterkälte ist also zu warnen.

Schlußfolgerungen.

Diese vorsichtigen Schätzungen der Vermehrungskraft des Schädlings sollen klarmachen, daß der hierin begründeten Gefahr für unseren heimischen Kartoffelbau derzeit nur durch intensive vorbeugende Bekämpfung wirksam begegnet werden kann.

Es ist jedenfalls besser, Mühe und Kosten für die Abwehr in den bisherigen Befallsgebieten nicht zu scheuen, um die Notwendigkeit von allgemeinen Bekämpfungsmaßnahmen in allen Hauptanbaugebieten der Kartoffelpflanze in Österreich — wie sie nach Einbürgerung des Schädlings unvermeidbar sein werden — möglichst lange hinauszuschieben, zumal ein solcher allgemeiner Abwehrkampf derzeit kaum durchführbar wäre.

Weiters sollen unsere Ausführungen zeigen, daß beim Kartoffelkäferstudium nicht nur Fragen von rein oder vorwiegend wissenschaftlichem Interesse auftauchen, die noch der Bearbeitung bedürfen, sondern, daß auch schon die praktischen Fragestellungen eine Fülle von Problemen anschneiden — von denen in vorliegender Schrift ja nur ein Teil berührt wird —, die nur durch Zusammenarbeit beteiligter Stellen der Praxis mit der Fachwissenschaft und durch mannigfache Versuche und Beobachtungen einer Klärung zugeführt oder wenigstens nähergebracht werden können.

Zusammenfassung.

1. Die jahreszeitliche Begrenzung der Kartoffelkäferfunde (1946) in westlichen Bundesländern Österreichs wird kurz besprochen.

2. Die wichtigsten Ergebnisse der in einem oberösterreichischen Laboratorium im Hochsommer 1946 ausgeführten Zuchtversuche werden mitgeteilt.

3. Die Entwicklungsdauer der zehn Lebensabschnitte des Kartoffelkäfers bei Tagestemperaturen von 20 bis 24 Grad C i. M. wurde untersucht und für die Stadien Ei bis Puppe genau, für die drei Abschnitte des Käferlebens annähernd ermittelt. Die Gesamtdauer der Entwicklung (Eiablage bis Eiablage) unter genannten Verhältnissen errechnet sich mit 39 bis 52½, i. M. 45¾ Tage.

4. Übereinstimmend hiemit beträgt die Zeitspanne, die zwischen dem ersten und zweiten Käfermaximum (überwinterte Käfer — Jungkäfer der ersten Generation) liegt, in wärmeren Gebieten Westösterreichs 1½ Monate, während diese Zeitspanne in Berggemeinden Vorarlbergs etwa 2 Monate betragen dürfte.

5. In letzteren Gebieten wie überhaupt in rauheren, doch für den Kartoffelbau geeigneten Lagen unserer Heimat ist nur mit einer einzigen Jahresgeneration, zusätzlich höchstens einer unvollständigen zweiten zu rechnen.

6. In wärmeren Gebieten Vorarlbergs (Ebene südlich des Bodensees) und großen Teilen Oberösterreichs (Gebiete zwischen Donau und Voralpen) kann eine zweite Jahresgeneration zur Vollendung kommen, doch haben sich bisher vom tatsächlichen Auftreten derselben nur Spuren gezeigt, was als eine Folge wirksamer Bekämpfungsarbeit zu betrachten ist. Die erste Jungkäfergeneration hat das Maximum ihres Auftretens in der zweiten Julihälfte; die Jungkäfer der zweiten Generation entstehen nicht vor September oder erst im Oktober.

7. Das Vermehrungspotential eines überwinterten Weibchens für 12 Monate wird schätzungsweise berechnet und hiedurch die große Gefahr dargelegt, die in der hohen Vermehrungskraft des Schädlings auch schon in wärmeren Teilen Mitteleuropas liegt.

Verzeichnis der hauptsächlich verwendeten Literatur
(einschließlich einschlägigen Fachblättern)

(1) Wahl (B.): „Der Kolorado-Kartoffelkäfer und sein Auftreten im deutschen Reiche in den Jahren 1914/15", Mitteilung landw. bakt. u. Pfl. Schutzst. Wien, 1915 Wien.

(2) Schwartz (M.): „Der Kartoffelkäfer", Flugblatt Nr. 120 der Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. Berlin-Dahlem, 1935 Berlin.

(3) Wahl (B.): „Der Coloradokäfer oder Kartoffelkäfer (Doryphora-Leptinotarsa decemlineata Say)", Neuheit. a. d. Geb. d. Pfl. Schutzes, 1937, 1937 Wien.

(4) Breny (R.): Influence des Froids de decembre 1938 sur l'hibernation du Doryphore en Belique", Bull. Inst. agron. Gembloux 1939, 1939 Gembloux (laut Ref.: The Review of applied Entomology XXVIII, p. 326).

(5) Abraham (R.): „Der Kartoffelkäfer (Leptinotarsa decemlineata Say)" Merkbl. Nr. 3 des Kart. Käfer-Abwehrd. d. Reichsn. 1939 (?) Heidelberg.

(6) Müller (K. O.) u. Sellke (K.): „Über die Aussichten der Züchtung von käferfesten Kartoffelsorten" Mittlgn. a. d. Biolog. Reichsanst. f. L. u. F., Heft 64, S. 10, 1941 Berlin.

(7) Ferriere (Ch.), Défago (G.) u. Roos (K.): „Lutte contre le doryphore de 1923 à 1943" Verbandsdruckerei S. A. Berne, 1944 Bern (mit kurzer Zusammenfassung in deutscher Sprache).

(8) Beran (F.): „Der Kartoffelkäfer (Coloradokäfer) (Leptinotarsa decemlineata Say.)" Flugbl. Nr. 1 der Bundesanst. f. Pfl. Wien, 1945 Wien.

Zur Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung im Pflanzenschutzversuch.

Von

Hans Wenzl,

Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien.

Während bei der Wiedergabe vergleichender Sorten- und Düngungsversuche die Anwendung der Fehlerrechnung eine Selbstverständlichkeit ist, bleibt auch heute noch in Veröffentlichungen von Versuchsergebnissen auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes, so z. B. bei der vergleichenden Prüfung von Sortenresistenz, Bekämpfungsmitteln oder Bekämpfungsverfahren, die Existenz der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung vielfach unbeachtet.

Die Ursachen dieses Zustandes sind verschiedener Art:

Zum ersten kann das Ergebnis von Pflanzenschutzversuchen in vielen Fällen nur schwer, bzw. nur mit einem unverhältnismäßig hohen Arbeits- und Zeitaufwand zahlenmäßig erfaßt werden, während eine schätzende Beurteilung — die keinesfalls unterbewertet werden darf — in kürzester Zeit durchführbar ist.

Eine zweite Ursache für die seltene Anwendung der Fehlerrechnung in Pflanzenschutzversuchen liegt in dem Umstand, daß die Unterschiede zwischen Prüfobjekt und unbehandeltem Vergleichs(Kontroll)-objekt meist so groß sind, daß kein besonderes Bedürfnis nach mathematischen Methoden besteht, welche Auskunft über die Genauigkeit und Auswertbarkeit der Resultate geben.

Eine dritte Ursache besteht wohl darin, daß da und dort die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung für das Gesamtgebiet der Pflanzenschutzforschung oder zumindest für einzelne Teilgebiete abgelehnt wird, und zwar unter Hinweis auf die beträchtlichen Schwankungen der Einzelwerte, wobei diese Ablehnung darauf abzielt, auch noch Unterschiede anzuerkennen, die bei Auswertung nach den Regeln der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung nicht mehr als gesichert angesehen werden können. Diese Auffassung führt dazu, dem Pflanzenschutz-Versuchswesen den Charakter der wissenschaftlichen Zuverlässigkeit abzuerkennen und erledigt sich durch diese unbeabsichtigte, aber logische Schlußfolgerung von selbst.

Diesen Gegebenheiten gegenüber muß festgestellt werden: Sofern etwa bei der vergleichenden Mittelerprobung im Pflanzenschutz das Ergebnis ausschließlich schätzend erfaßt und auch nicht zahlenmäßig nach Skalenwerten ausgedrückt wird, ist kein Anlaß und keine Möglichkeit für eine Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung gegeben. Im übrigen darf angenommen werden — und wird durch

eigene Erfahrungen bestätigt —, daß Unterschiede, die schätzend noch sicher erfaßt werden können, bei entsprechend umfangreicher zahlenmäßiger Auswertung auch fehlerkritisch gesichert sind, zumindest nach Anwendung der Fehlerausgleichsrechnung, da auch der erfahrene und sorgfältig arbeitende Schätzer diesen Ausgleich eines wechselnden Krankheits-, bzw. Schädlingsauftretens auf der Versuchsfläche, wenn auch vielleicht unbewußt, durchführt.

Soferne jedoch Versuchsergebnisse in zahlenmäßiger Form wiedergegeben werden — auch wenn die Zahlen bloß auf Schätzung beruhen und nur Skalenwerte darstellen*) —, besteht die Notwendigkeit, sich mittels der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung Rechenschaft zu geben, ob die festgestellten Unterschiede gesichert gelten können. Dies ist zumindest dann erforderlich, wenn die Ergebnisse nicht schon auf Grund der Größe der Unterschiede und der geringen Streuung der Werte der Einzelbeobachtungen „auf den ersten Blick" einen hohen Grad von Sicherheit erkennen lassen.

Auch im Pflanzenschutz kommt es bei vergleichenden Mittel-, Verfahren- oder Sortenprüfungen vielfach auf die Erfassung verhältnismäßig geringer Unterschiede an, und es ist daher notwendig, sich mittels der Fehlerrechnung darüber klar zu werden, was gesicherter Unterschied und was Fehlerbreite ist. Die Nichtbeachtung dieser Forderung führt zu Fehlschlüssen oder zumindest zu unbewiesenen Behauptungen.

Anwendungsbereich der Fehlerrechnung.

Voraussetzung für die Anwendung der Fehlerrechnung ist die Anlage des Versuches in mehrfacher Wiederholung, d. h., jedes Versuchsglied (Behandlungsart) muß in mehreren Vergleichsstücken aufscheinen.

Der Hinweis auf diese grundlegende Tatsache mag überflüssig erscheinen, ist es jedoch nicht: So werden in einer erst 1943 erschienenen phytopathologischen Arbeit die Ergebnisse von vier verschiedenen Versuchsreihen (ohne Wiederholungen angelegt), auf deren Herausarbeitung die Arbeit im übrigen abzielt, zu einem Mittelwert zusammengezogen und außerdem wird der mittlere Fehler der Einzelbeobachtung berechnet. Das „Ergebnis", sehr hohe Werte für den „Fehler", ist selbstverständlich. Ein solches Vorgehen bedeutet jedoch ein völliges Verkennen des Sinnes und der Leistungsfähigkeit der Fehlerrechnung, die nur bei Vorhandensein einer Anzahl von gleichwertigen Vergleichsteilstücken eines jeden Versuchsgliedes zur Anwendung gelangen kann.

Soweit aber eine Anzahl gleichartiger Beobachtungen gegeben sind, die die Errechnung eines Mittelwertes (A) erlauben, ist auch die Wie-

---

*) Beispiele für die fehlerkritische Auswertung von schätzend gewonnenen Ergebnissen enthält die Arbeit von Müller und Sellke (1941).

dergabe des mittleren Fehlers des Mittels (m) notwendig, welcher Wert sich gegenüber dem mittleren Fehler der Einzelbeobachtung heute im landwirtschaftlichen Versuchswesen nahezu restlos durchgesetzt hat und auch in Pflanzenschutzversuchen zur Charakterisierung der Genauigkeit des Mittelwertes am geeignetsten ist.

Jedenfalls sollte es aber auch in Pflanzenschutzarbeiten nicht vorkommen, daß der mittlere Fehler des Mittels mit dem mittleren Fehler der Einzelbeobachtung verwechselt wird.

Zur Wertung von m%.

Bei der Durchsicht der Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen fällt auf, daß die Werte für m%, das als Maß der Genauigkeit des Mittelwertes anzusehen ist, vielfach verhältnismäßig sehr hoch sind. So errechnen sich z. B. aus den Spinat-Beizversuchen von Pirone (1933) Werte von m% bis zu 18.

Wenn für pflanzenbauliche Feldversuche als erstrebenswert gilt, daß m% nicht höher als 2 sein soll und im allgemeinen die Werte je nach der Kulturpflanze nicht höher als 4, bzw. 6 und 8% sind, so bedeutete die schematische Anwendung der gleichen Anforderungen an viele Versuche auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes ein vernichtendes, aber ungerechtes Urteil.

Im Pflanzenschutzversuch wird zur Beurteilung der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln oder Bekämpfungsverfahren und besonders zur Ermittlung des Resistenzgrades von Sorten vielfach nicht der Ertrag herangezogen, sondern andere Kriterien verwendet, wie Zahl der Infektionsstellen und der vernichteten Blätter oder geschädigten Früchte, Ausmaß der Fehlstellen, Zahl der abgetöteten oder überlebenden Schädlinge oder der überlebenden Pflanzen, welche Kriterien erfahrungsgemäß den Unterschied zwischen der Wirkung verschiedener Mittel oder Verfahren, bzw. zwischen dem Resistenzgrad verschiedener Sorten viel sicherer erkennen lassen als der gewichtsmäßige Ertrag, der die Unterschiede nur im verkleinerten, vielfach gestörten Ausmaß zum Ausdruck bringt.

Was nun beispielsweise die Cercospora-Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe betrifft, ist schon bei schätzender Beurteilung festzustellen, daß der Befallsgrad, d. h. der Anteil durch Cercospora geschädigter oder vernichteter Blätter viel stärker schwankt als die durch den Cercosporabefall verursachten Unterschiede im Wurzelgewicht. Je stärker die Schwankungen, d. h. die Abweichungen vom Mittelwert, desto höher fällt m und somit auch m% aus.

Als zahlenmäßige Beispiele für diese Tatsache seien im folgenden die Werte für m% und Z (D/m_D) aus zwei eigenen Rübenbeizversuchen (Wenzl 1941) wiedergegeben.

Der erste Versuch (Tabelle 1) mit 4 Beizmitteln in insgesamt 7 verschiedenen Beizkonzentrationen wurde in 5facher, der zweite Versuch (Tabelle 2) mit 2 Beizmitteln in insgesamt 3 Konzentrationen in zehnfacher Wiederholung angelegt.

Einzelparzellen 50 m lang, 1 m breit (3 Reihen); feldmäßige Aussaat.

Tabelle 1.

Werte für m% und Z für Fehlstellenlänge, Rübenzahl und Wurzelgewicht bei Vergleich mit Kontrollparzellen (Kontrollparzellen = 100) (Wenzl 1941, Seite 277).

Beizmittel	A_1		A_2		B		C_1		C_2		D_1		D_2	
	m%	Z	m%	Z	m%	Z	m%	Z	m%	Z	m%	Z	m%	Z
Art der Auswertung:														
Fehlstellenlänge (Vereinzeln)	23	12	20	11	36	11	40	11	26	24	32	13	28	16
Rübenzahl (Ernte) . .	1·5	3·8	2·4	1·7	0·9	3·9	1·9	0·9	2·1	1·1	1·3	3·6	1·6	2·4
Wurzelgewicht (Ernte)	1·9	5·1	3·1	1·3	3·3	1·8	2·8	1·9	1·8	2·5	3·5	0·7	6·3	0·2

Tabelle 2.

Werte für m% und Z für Fehlstellenlänge, Rübenzahl und Wurzelgewicht bei Vergleich mit Kontrollparzellen (Kontrollparzellen = 100) (Wenzl 1941, Seite 278).

Beizmittel, bzw. Konzentration	A_1		A_2		B	
	m%	Z	m%	Z	m%	Z
Art der Auswertung:						
Fehlstellenlänge (Vereinzeln) . . .	8·9	18	12	10	9·4	23
Rübenzahl (Ernte)	2·3	2·3	2·8	2·2	1·5	2·8
Wurzelgewicht (Ernte)	1·9	0·7	1·9	0·6	1·6	0·3

Trotz der hohen mittleren Fehler der Fehlstellen-Mittel (m% 20—40 in Tab. 1, 9—12 in Tab. 2), kommt gerade in der Fehlstellenlänge der Unterschied zwischen gebeizt und ungebeizt unvergleichlich deutlicher und sicherer zum Ausdruck als in der Zahl oder im Gewicht der Rüben bei der Ernte: Während der Quotient Z für die Fehlstellenlängen zwischen 11 und 24 (10—23) liegt, als Ausdruck einer außerordentlich hohen Sicherheit der Beizwirkung, erreichen die Z-Werte für die Rübenzahl nur die Höhe von 0·9 bis 3·9 (2·2 — 2·8) und die Z-Werte für die Rübengewichte nur 0·2 bis 5 (0·3 — 0·7); (Werte in Klammer gelten für Tab. 2). Trotz der (in Tab. 2) sehr geringen Werte für m% (1·6 — 1·9) sind die Unterschiede zwischen gebeizt und ungebeizt im Wurzelgewicht nicht mehr gesichert.

Innerhalb einer Auswertungsart z. B. nach Rübenzahl oder Rübengewicht gilt selbstverständlich, daß Mittelwerte mit geringem mittlerem Fehler und daher niedrigen Werten von m% auswertbar sind, Werte mit hohem m% dagegen eine Auswertung nicht erlauben.

Letztlich aber kommt es nicht auf die absolute Höhe von m% an, sondern auf das Verhältnis von m% zur Höhe der festzustellenden Differenz, bzw. auf die Sicherheit der Differenz, die im Wert Z (D/m_D) zum Ausdruck kommt.

Ähnliches ergibt sich aus Rübenbeizversuchen, die Pichler (1941) mit einer anderen Versuchsanstellung und Auswertung durchgeführt hat:

100 Rübenknäuel je Beizmittel werden in vierfacher Wiederholung in je 50 cm Entfernung in Erde ausgelegt und die Zahl der aufgehenden Knäuel, Zahl der Rübenpflänzchen, sowie Rübenzahl und Rübengewicht bei der Ernte bestimmt.

Aus den von Pichler wiedergegebenen Zahlenwerten errechnen sich für m% hinsichtlich Rübenzahl und Rübengewicht noch wesentlich höhere Werte als in den eigenen Versuchen festgestellt:

m% (nach Pichler S. 51)	für Zahl der aufgegangenen Knäuel	3·6—19·4
	für Zahl der Pflänzchen	3·8—20·2
	für Rübenzahl bei der Ernte . . .	3·1—19·4
	für Rübengewicht	3·4—32·1

Dennoch aber sind die Unterschiede zwischen gebeizt und ungebeizt zumindest nach Zahl der aufgegangenen Knäuel, Zahl der Pflänzchen und Zahl der Rüben bei der Ernte (entspricht der Zahl der aufgegangenen Knäuel vermindert um nachträgliche Verluste) vollauf gesichert ($Z > 2$).

Tabelle 3 bringt eine Zusammenstellung der Z-Werte, die sich aus den Versuchen Pichlers über die Wirkung von acht Beizmitteln (A—H) errechnen. K bedeutet die unbehandelten Kontrollen. Ein den Z-Werten vorausgestelltes „+" zeigt an, daß das in der Tabelle erstangeführte Mittel, ein „—", daß das an zweiter Stelle angeführte Mittel die bessere Wirkung entfaltet hat.

Tabelle 3.

Z-Werte für die Unterschiede zwischen den Beizmitteln A, B, C, D, E, F, G und H und Kontrolle K (nach Pichler 1941, S. 52).

	Zahl der aufgegangenen Knäuel	Zahl der Pflänzchen	Zahl der Rüben (Ernte)	Gewicht der Rüben
A—B	+1·95	+1·7	+1·1	+0·53
A—C*)	—0·076	+0·73	—0·70	—0·46
A—D*)	+0·14	+1·2	—0·28	—0·14

	Zahl der aufgegangenen Knäuel	Zahl der Pflänzchen	Zahl der Rüben (Ernte)	Gewicht der Rüben
A—E*)	(A=E)	+1·3	—0·70	—0·67
A—F	+5·0	+5·4	+5·1	+2·7
A—G	+1·4	+2·1	+0·72	+0·052
A—H	+0·70	+1·0	+0·97	+0·22
A—K	+5·1	+5·5	+4·9	+1·9
B—C	—1·8	—1·0	—1·6	—1·97
B—D	—1·2	—0·84	—1·0	—0·57
B—E	—1·9	—0·5	—1·6	—1·3
B—F	+3·6	+3·9	+3·8	+3·8
B—G*)	—0·12	+0·42	—0·17	—0·44
B—H*)	—0·62	—0·40	(B=H)	—0·17
B—K	+3·2	+3·7	+3·1	+2·2
C—D	+0·19	+0·31	+0·22	+0·19
C—E*)	+0·074	+0·56	(C=E)	—0·45
C—F	+4·7	+4·8	+5·2	+6·3
C—G	+1·35	+1·4	+1·2	+0·51
C—H	+0·72	+0·40	+1·4	+0·66
C—K	+4·5	+4·8	+4·9	+4·1
D—E*)	—0·14	+0·33	—0·22	—0·45
D—F	+3·7	+5·0	+4·0	+2·3
D—G	+0·95	+1·3	+0·78	+0·18
D—H	+0·46	+0·21	+0·95	+0·32
D—K	+3·2	+5·2	+3·4	+1·6
E—F	+4·9	+4·6	+5·2	+3·3
E—G	+1·4	+0·94	+1·2	+0·71
E—H*)	+0·69	—0·03	+1·4	+0·83
E—K	+4·9	+4·5	+4·8	+2·5
F—G	—3·1	—3·6	—3·4	—2·5
F—H	—3·3	—3·7	—3·5	—2·0
F—K	—1·3	—1·2	—1·3	—1·2
G—H*)	—0·45	—0·74	+0·15	+0·17
G—K	+2·5	+3·2	+2·8	+1·7
H—K	+2·7	+3·3	+2·8	+1·3
Mittel [ohne *)]	**2·58**	**2·74**	**2·63**	**1·73**

Wie aus den eigenen Versuchen und den Beizversuchen Pichlers mit Rübenknäueln verschiedener Größe, ergibt sich aus den Beizmittelprüfungen Pichlers (Tabelle 3), daß die Sicherheit der Unterschiede der Beizwirkung im Rübengewicht deutlich geringer ist als etwa in der Zahl der gekeimten Knäuel und der Zahl der Rübenpflänzchen. Während der Beizerfolg im Vergleich zu ungebeizt für sämtliche Beizmittel mit Ausnahme des Mittels F, das vermutlich leicht schädigt, in der Zahl der gekeimten Rübenknäuel, Zahl der Rübenpflänzchen und Zahl der Rüben (bei der Ernte) gesichert zum Ausdruck kommt, ist im Rübengewicht bei Anlegung des Maßstabes $Z \geq 2$ nur der Unterschied zwischen den Beizmitteln B, C und E gegenüber ungebeizt (K) gesichert. Auch in der Versuchsreihe mit verschieden großen Rübenknäueln scheint im Versuch mit den größten Knäueln der Unterschied im Rübengewicht zwischen gebeizt und ungebeizt nicht mehr gesichert auf ($Z = 0{\cdot}24$), obwohl die Differenz in der Rübenzahl noch 13% ausmacht und gesichert ist.

Das Ergebnis ist durchaus verständlich, da sich erstens im Rübengewicht eine Anzahl störender Faktoren auswirken, die hinsichtlich der Zahl der gekeimten Rübenknäuel und Zahl der Rübenpflänzchen nicht existieren, wie z. B. Unterschiede im Bodenuntergrund und verschiedene Krankheiten und Schädlinge, und zweitens die Bestimmung des Gewichtes der geköpften Rübe mit Fehlern behaftet ist, während die Auszählung der gekeimten Knäuel und der Rübenpflänzchen praktisch fehlerlos erfolgen kann.

Für die Versuchsauswertung im Pflanzenschutz ergibt sich daraus der Schluß, sich auf jene Auswertungsarten zu beschränken, welche die Unterschiede möglichst deutlich und gesichert erkennen lassen. Ertragsbestimmungen haben nur dort Sinn, wo sie mit der nötigen Genauigkeit durchgeführt werden können, bzw. nach der Fragestellung erforderlich sind.

Die zentrale Bedeutung des Wertes Z und der nur sekundäre Wert von m% im Pflanzenschutzversuch sei noch von einer anderen Seite her dargestellt, an Hand eines Beispieles, das sich eng an die Ergebnisse eigener Versuche zur Erprobung verschiedener Spritzverfahren zur Bekämpfung der Cercospora-Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe anlehnt, der Übersichtlichkeit halber aber abgerundete Zahlen verwendet:

In einem nach der Standardmethode angelegten und ausgewerteten Versuch mit 6 Wiederholungen ergibt sich für den Wirkungsgrad eines bestimmten Spritzverfahrens $86 \pm 3{\cdot}4$, m% ist 4. So praktisch die Wiedergabe in Form des Wirkungsgrades auch ist, so können die Versuchsergebnisse auch in Form des Befallsgrades wiedergegeben werden, wobei sich der Befallsgrad aus der Differenz des Wirkungsgrades gegenüber 100 ergibt; in obigem Beispiel beträgt er also $14 \pm 3{\cdot}4$. Während m% für den Wirkungsgrad 4 ausmacht, beträgt dieser Wert

für den Befallsgrad 24·3. Beiden Zahlungsgruppen aber liegen die gleichen Beobachtungswerte zugrunde!

Die Lösung liegt darin, daß es stets auf die Differenz zwischen verschiedenen Maßnahmen, bzw. Bekämpfungsverfahren ankommt. Im obigen Fall aber ist es gleichgültig, ob das Ergebnis nach dem Wirkungsgrad oder nach dem Befallsgrad behandelter und Kontrollparzellen errechnet wird, stets beträgt diese Differenz 86 mit dem zugehörigen $m_D = 3{\cdot}4$; der entsprechende Z-Wert von 25·3 ist Ausdruck einer außerordentlichen Sicherheit dieses Unterschiedes.

Wäre dagegen umgekehrt der Wirkungsgrad $14 \pm 3{\cdot}4$, so zeigte das zugehörige $Z = 4{\cdot}1$ noch eine vollkommen ausreichende, aber doch schon geringere Sicherheit des Ergebnisses an.

Ein Wirkungsgrad von nur $4 \pm 3{\cdot}4$ kann nicht mehr als ausreichend gesichert angesehen werden, dabei aber täuscht der zugehörige Befallsgrad $96 \pm 3{\cdot}4$ mit einem m% von nur 3·5 eine relativ hohe Genauigkeit vor.

In Pflanzenschutzversuchen bedarf es daher bei der Beurteilung von m% auch stets der Prüfung, auf welchen der üblichen Begriffe, wie Wirkungsgrad, Befallsgrad, Abtötungsziffer usw. sich die Angabe bezieht.

Fragen der Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung.

Wie wichtig die Anwendung der Fehlerrechnung sein kann, ist gerade auch aus dem umfangreichen, von Pichler mitgeteilten Zahlenmaterial zu ersehen.

Während bei der flüchtigen Prüfung der Wirkung der einzelnen Beizmittel beträchtliche Unterschiede zu bestehen scheinen (z. B. + 17% gegenüber + 29%, nach der Zahl der aufgegangenen Knäuel), müssen bei näherer Prüfung auch diese Unterschiede, abgesehen von dem wahrscheinlich schädigenden Beizmittel F, als nicht gesichert gelten. Ausdrücklich sei betont, daß auch Pichler keine erwiesenen Wirkungsunterschiede zwischen den einzelnen Beizmitteln angibt. So sind diese Versuche zugleich ein Beispiel für die Übereinstimmung einer sachkundigen, vorsichtigen, wenn auch nur „schätzenden" Versuchsauswertung mit den Ergebnissen der fehlerkritischen Prüfung und ein Beweis für die aus prinzipiellen Überlegungen allerdings selbstverständliche Anwendbarkeit der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung auch auf den Pflanzenschutzversuch.

In einer schon eingangs wegen Verwechslung von mittlerem Fehler der Einzelbeobachtung und mittlerem Fehler des Mittels erwähnten Veröffentlichung über Schädlingsauftreten in Abhängigkeit von der Sorte, werden trotz der hohen mittleren Fehler der Mittel (nur dreifache Wiederholung!) Sortendifferenzen, die in keiner Weise gesichert sind (D zum Teil wesentlich kleiner als m_D), als gesichert hingestellt, indem eine Versuchsauswertung erfolgt, als ob es sich um gesicherte

Unterschiede handelte. In einem solchen Fall gibt es nur eine Möglichkeit: Den vorliegenden Versuch nur insoweit auswerten, als eine Auswertung nach den bewährten Regeln der Fehlerrechnung möglich ist und im übrigen mit einer größeren Zahl von Vergleichsteilstücken und eventuell auch unter häufigerer Zwischenschaltung von Standardparzellen zu wiederholen.

Gegenüber dem Einwand, daß eine Vergrößerung oder Vermehrung der Vergleichsteilstücke besonders bei Mittelprüfungen wegen der großen Zahl der einzubeziehenden Mittel und der Beschränktheit der zur Verfügung stehenden Fläche und Arbeitskräfte nicht möglich ist und daß es wegen der Ertragsausfälle nicht angeht, zahlreichere unbehandelte Kontrollparzellen einzuschalten, gilt die Feststellung, daß man bei beschränkten Möglichkeiten die Fragestellung entsprechend einschränken muß, will man nicht auf die Erzielung gesicherter Ergebnisse verzichten. Daß die Schwierigkeiten des Pflanzenschutz-Feldversuches vielfach weit größer sind als die des pflanzenbaulichen Sorten- oder Düngungsversuches, ist zur Genüge bekannt; diese Hemmnisse können lediglich durch eine verfeinerte Versuchsanstellung, durch passende Auswahl der Größe der Einzelparzellen und durch gesteigerte Zahl der Wiederholungen überwunden werden. Wenn es z. B. nicht möglich ist, bei 3- oder 4facher Wiederholung gesicherte Ergebnisse zu erzielen, dann muß eben mit 6- bis 8facher Wiederholung gearbeitet werden. Ein aus drei Wiederholungen erzielter Wert von m = 9·7 verringert sich bei 6 Wiederholungen (gleiche Streuung vorausgesetzt) auf m = 6·1, was eine wesentliche Erhöhung der Genauigkeit bedeutet, die sich auch im Wert für Z auswirkt.

Auch die im folgenden behandelten Gegebenheiten können die Erzielung gesicherter Unterschiede erleichtern. Wie beispielsweise aus den Schildlausbekämpfungsversuchen von Beran (1940, 1942) hervorgeht, zeigen die Werte für die Abtötungsziffern (%-Anteil toter Tiere) eine um so größere relative Streuung, je kleiner diese Abtötungsziffer ist, d. h., bei den unbehandelten Bäumen, bzw. Ästen (mit im allgemeinen 20 bis 50% toten Tieren) ist die Streuung am größten; je mehr sich — bei Anwendung immer wirksamerer Mittel — die Abtötungsziffer dem Wert 100 nähert, um so geringer wird auch die Streuung der Einzelwerte. Da es sich um Versuche mit teils 3, teils 2 Wiederholungen handelt (meist einzelne Bäume als „Vergleichsteilstücke"), ist zur Wiedergabe dieser Verhältnisse der mittlere Fehler der Einzelbeobachtungen (s) geeigneter als der mittlere Fehler des Mittels (m):

Tabelle 4.

Werte von s-% in Abhängigkeit von der Höhe der Abtötungsziffer-Mittelwerte, errechnet nach Beran (1940, 1942).

Mittelwerte der Abtötungsziffern	100—98	97·9—80	79·9—50	49·9—20
s-%	0—1·6	1·7—5·1	5·5—18	19·8—29·1

Die Errechnung des mittleren Fehlers m_D einer Differenz D nach der Formel $m_D = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ ergibt, daß für den Fall $m_1 = 0$ (Abtötungsziffer durchwegs 100), m_D gleich m_2 wird.

Sofern bei der Versuchswiedergabe zwar keine Werte für mittlere Fehler, bzw. D, m_D und Z, aber wohl die Zahlenwerte für die einzelnen Vergleichsteilstücke wiedergegeben werden, ist eine Prüfung nach der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung möglich, wenn auch zeitraubend. Nicht zu rechtfertigen aber ist es, solche Ergebnisse aus mehreren Wiederholungen zusammenzuziehen, so daß die Abweichung der Einzelbeobachtungen vom Mittelwert nicht feststellbar ist. Leider ist die Annahme nicht unbegründet, daß dieser Vorgang des öfteren eingeschlagen wird; nicht gesicherte Unterschiede können dadurch stillschweigend zu anscheinend gesicherten umgewertet werden.

Zur Wertung von Z.

Für wissenschaftliche Versuche gilt die Differenz zweier Größen dann gesichert, wenn Z ($= D/m_D$) größer als 3 ist. Dies bedeutet, daß von 10.000 Wiederholungen 9987 eine im Versuch erkannte Überlegenheit einer bestimmten Sorte, eines bestimmten Mittels oder eines bestimmten Verfahrens wieder zeigen werden (768 : 1).

Für das landwirtschaftliche Versuchswesen hat sich ergeben, daß $Z = 2$ noch eine genügende Sicherheit bedeutet, da dann immerhin noch 9773 von 10.000 Wiederholungen die gleiche Überlegenheit zeigen werden (43 : 1).

Roemer (1930) diskutiert die Frage, inwieweit auch Differenzen mit einem Z zwischen 1 und 2 als gesichert angesehen werden können und vertritt die Ansicht, daß auch diesen Ergebnissen eine gewisse „praktische" Sicherheit zukommt, da das Wahrscheinlichkeitsverhältnis immer noch mindestens 5 : 1 ausmacht.

Mit diesem Hinweis Roemers aber ändert sich hinsichtlich der auch heute gestellten Anforderungen an die Sicherheit von Differenzen in ernst zu nehmenden Versuchen nichts.

Z-Werte zwischen 1 und 2 dürfen jedoch auch im landwirtschaftlichen Versuchswesen einschließlich des Pflanzenschutzes im Sinne Roemers mit Recht als Hinweis angesehen werden, daß die entsprechenden Unterschiede zumindest als wahrscheinlich, wenn schon nicht gesichert gelten können.

In eigenen Versuchen zur Bekämpfung der Cercospora-Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe ergab sich, daß schätzend nicht mehr erfaßbare Unterschiede stets Z-Werten kleiner als 2 entsprachen. In der gleichen Richtung weist der Seite 24 erwähnte Umstand, daß die Auswertung der Versuche von Pichler durch den Autor selbst (ohne Errechnung der Z-Werte) mit der fehlerkritischen Auswertung übereinstimmt.

Prinzipiellen Überlegungen entsprechend, deuten auch diese Erfahrungen an, daß kein Grund besteht, im Pflanzenschutzversuchswesen

von der Anerkennung von Z gleich 2 als untere Grenze der zu fordernden Sicherheit von Differenzen abzugehen.

Zusammenfassung:

1. In Pflanzenschutzversuchen kann m% für spezifisch pflanzenschutzliche Auswertungsformen weit höhere Werte erreichen, als für die zugehörigen gewichtsmäßigen Erträge, trotzdem aber kann die Sicherheit von Unterschieden dieser spezifischen Auswertungsformen eine höhere sein.

2. Im Hinblick auf die Abhängigkeit der Bedeutung der m%-Werte von der Höhe der Unterschiede kommt m% im Pflanzenschutzversuch nur sekundäre Bedeutung zu. Entscheidend für Beurteilung und Auswertbarkeit ist der Unterschied D samt dem zugehörigen mittleren Fehler m_D, bzw. der sich daraus ergebende Quotient Z als Maß der Sicherheit der Unterschiede. Die Wiedergabe dieser Werte muß für Pflanzenschutzversuche gefordert werden, soweit deren Anlage die Anwendung der Fehlerrechnung möglich macht.

3. Es besteht kein Anlaß bei der Auswertung von Pflanzenschutzversuchen von dem im landwirtschaftlichen Versuchswesen anerkannten Grundsatz Z = 2 als untere Grenze der Sicherheit von Unterschieden abzugehen.

Schriftenverzeichnis.

Beran F.: Zur Frage der insektiziden Wirkung von Obstbaumkarbolineum emulgiert. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst. 20 (1940), 33—35.

Beran F.: Die Bekämpfung der San José-Schildlaus (Aspidiotus perniciosus Comst.) mit Spritzmitteln. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, 52 (1942), 289—316.

Müller K. O. und Sellke K.: Beiträge zur Frage der Züchtung kartoffelkäferwiderstandsfähiger Kartoffelsorten. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung, 24 (1941), 186—228.

Pichler F.: Prüfung von Beizmitteln gegen Wurzelbrand der Rübe im Feldversuch. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst, 21 (1941), 50—52.

Pirone P. P., A. G. Newhall, W. W. Stuart, J. G. Horsfall and A. L. Harrison: Copper Seed Treatments for the Control of Damping-Off of Spinach. Bulletin 566 Cornell Univ.-Agric. Exp. Stat. Ithaca, N. Y. (1933).

Roemer Th.: Der Feldversuch. 3. Auflage, 1930. (Heft 302 der Arb. d. D. L. G.).

Wenzl H.: Zur Methodik des Rübenbeizversuches gegen Wurzelbrand. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft, 23 (1941), 273—278.

Eine neue Methode zur Analyse von Stammemulsionen (= stock emulsions).

Von

Ferdinand Beran,
Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien II.

Die chemische Untersuchung von Stammemulsionen, wie sie beispielsweise als „Obstbaumkarbolineum emulgiert" in der obstbaulichen Schädlingsbekämpfung Verwendung finden, wurde bisher nach der von H. Mallison angegebenen Methode (siehe Nachrichtenbl. f. d. d. Pflanzenschutzd. XVI, 1936, Nr. 10 u. 11) vorgenommen. Diese Methode liefert selbst bei sorgfältigster Ausführung stets viel zu niedrige Werte für die „Ölsumme", da die Trennung des Teeröles vom Emulgator selbst bei Verdopplung der von Mallison zur Extraktion vorgeschriebenen Benzolmenge (200—250 ccm) niemals quantitativ erfolgt. Mallison schreibt, in Erkenntnis dieses Übelstandes der Methode, vor: „zum Ausgleich unvermeidlicher analytischer Verluste wird der gefundene Wert um 10% erhöht".

Die Analyse selbst zubereiteter Stammemulsionen ganz genau bekannten Ölgehaltes zeigte, daß diese Korrektur nicht nur unzureichend, sondern auch willkürlich ist, da das Defizit der Ölsumme selbst bei gleicher Arbeitsweise schwankt und daher nicht durch einen bestimmten Korrekturfaktor beseitigt werden kann.

Im folgenden wird eine einfache Methode zur Analyse von Obstbaumkarbolineum emulgiert und ähnlichen Stammemulsionen beschrieben, die wesentlich bessere Werte als die bisher angewandte Methode liefert und überdies in kürzerer Zeit ausführbar ist als diese.

Analysenvorschrift:

50 Gramm Stammemulsion, z. B. Obstbaumkarbolineum emulgiert, werden mit 10 Gramm fein pulverisiertem Bimstein und 30 Gramm Xylol in einen ½ Liter-Destillierkolben eingewogen und dann der Destillation unterworfen. Das Bimssteinpulver dient als Sorptionsmittel, das die höher siedenden Ölanteile adsorbiert und Koks- oder Asphaltbildung im Verlaufe der Destillation weitgehend verhindert. Die Destillation wird bis 200° C durchgeführt, wobei als Vorlage eine gewogene unten verjüngte 100 ccm-Mensur dient. Das gewogene Destillat enthält das gesamte im Produkt enthaltene Wasser, das beigefügte Xylol und die bis 200° C überdestillierenden Ölanteile der Stammemulsion. Da das Wasser in der Vorlage vom übrigen Destillat (Xylol + Öl) als Bodenschichte getrennt ist und daher in der Mensur volumsmäßig ermittelt werden kann, ferner der Xylolgehalt bekannt ist (30 Gramm), so kann der Anteil des Destillates (D) an bis 200° siedenden Ölen ohne weiteres errechnet werden nach der Formel:

D-H_2O-30 = bis 200° destillierende Ölanteile.

Der im Kolben verbleibende Rückstand, bestehend aus den über 200° siedenden Anteilen der zerfallenen Emulsion, dem Emulgator und dem Bimssteinpulver, wird unter Zuhilfenahme eines unten abgeplatteten Glasstabes quantitativ in eine Soxhlethülse gebracht, wobei, wenn nötig, mit Benzol nachgespült wird. Der Rückstand wird dann im Soxhlet solange extrahiert, bis das Benzol farblos oder höchstens schwach gelb die Hülse passiert. Der benzolische Extrakt wird sodann über Natriumsulfat getrocknet und zur Trennung des Benzols vom Öl in einem gewogenen 500 ccm-Destillierkolben der Destillation unterworfen, bis das gesamte Benzol überdestilliert ist. Der Rückstand wird gewogen und stellt die über 200° siedenden Ölanteile des Produktes dar, die zusammen mit den bei der ersten Destillation gefundenen bis 200° siedenden Anteilen die Ölsumme ergeben.

Zur Ermittlung des Siedeverlaufes wird das bei der ersten Destillation gewonnene Destillat in einen kleinen Scheidetrichter zur Trennung des Wassers von dem Öl-Xylolgemisch gebracht. Letzteres wird mit dem über 200° siedenden Öl vereinigt und fraktioniert, wobei die Fraktionen bis 170°, 170—200°, 200—220°, 220—270°, 270—300°, 300—330° und 330—360° gewogen werden.

Von der bis 170° siedenden Fraktion sind die 30 g Xylol abzuziehen. In den Fraktionen bis 270° werden die Phenole wie folgt bestimmt: Die Öle der Fraktionen bis 270° werden mit dem gleichen Volumen Natronlauge (spez. Gewicht 1·1) kräftig durchgeschüttelt. Die Volumzunahme der Lauge gibt den Phenolgehalt an.

Sollen die in Dimethylsulfat unlöslichen Anteile des Öles, die auf den Mineralölgehalt schließen lassen, bestimmt werden, entnimmt man der Ölsumme vor der Fraktionierung 10 cm³ und schüttelt sie in einem 25 cm³ Schüttelzylinder mit 15 cm³ Dimethylsulfat kräftig durch. Nach frühestens 24 Stunden sind die Schichten getrennt und die Menge des in Dimethylsulfat gelösten Anteiles kann volumetrisch festgestellt werden.

Nachstehende Beleganalysen*) zeigen die Überlegenheit der neuen gegenüber der bisher geübten Methode:

1. Handelsprodukte, nach Angabe der Herstellerfirma, 55% Teeröl enthaltend.

	Alte Methode (Mallison)		Neue Methode (Beran)	
	Präparat A	Präparat B	Präparat A	Präparat B
Wassergehalt . .	30 %	38 %	30 %	38 %
Ölsumme	48·5%±5·4	42·9%±4·7	54·8%±1·9	55·4%±2·0
Phenolgehalt . .	3·5%	nicht bestimmt	5·0%	nicht bestimmt

*) Für die Durchführung der Beleganalysen habe ich meiner Assistentin Frl. Gertrude Hilber zu danken.

2. Selbstzubereitetes „Obstbaumkarbolineum emulgiert" mit 58% Ölgehalt.

	alte Meth.	neue Meth.
Wassergehalt . .	27 %	28 %
Ölsumme	49·2% ± 4·1	56·3% ± 0·8
Phenolgehalt . .	2·8%	4·5%

Zusammenfassung:

Es wurde eine neue Methode zur Analyse von Stammemulsionen, wie sie z. B. als sogenanntes „Obstbaumkarbolineum emulgiert" in der obstbaulichen Schädlingsbekämpfung vielfach Verwendung finden, ausgearbeitet. Die vorgelegten Ergebnisse von Beleganalysen zeigen, daß die Methode wesentlich bessere Werte liefert als das bisher übliche Analysenverfahren nach Mallison. Eine genaue Analysenvorschrift wurde angegeben.

Österreichischer Pflanzenschutzdienst.

Auftreten des Kartoffelkäfers im Jahre 1947 in Österreich.

Bisher wurden in

Vorarlberg in 66 Gemeinden an 987 Befallsstellen, in
Tirol in 9 Gemeinden an 43 Befallsstellen, in
Oberösterreich in 36 Gemeinden an 43 Befallsstellen, in
Salzburg in 4 Gemeinden an 5 Befallsstellen und in
Niederösterreich in 1 Gemeinde an 3 Befallsstellen

Kartoffelkäfer, bzw. Kartoffelkäferlarven gefunden. Die Abwehrmaßnahmen wurden an allen Befallsstellen durch die zuständigen Landwirtschaftskammern unverzüglich aufgenommen. Im Hinblick auf das erstmalige Auftreten des Kartoffelkäfers in Niederösterreich wurde im Monat August ein allgemeiner Suchtag im ganzen Bundesland durchgeführt. Das Ergebnis dieses Suchtages liegt zur Zeit der Drucklegung dieses Heftes noch nicht vor.

Kartoffelkäferauftreten in Ungarn.

In Ungarn wurden heuer erstmalig Kartoffelkäfer gefunden, und zwar in einer Entfernung von etwa 40 km von der österreichischen Grenze (in der Nähe von Magyarovar). Wie österreichische Sachverständige in Übereinstimmung mit ihren ungarischen Kollegen feststellen konnten, handelt es sich um eine typische Einschleppungsinfektion. Es wurde festgestellt, daß an der Befallsstelle Kartoffel angebaut wurden, die im Winter 1946 aus Deutschland bezogen worden waren. Es besteht größte Wahrscheinlichkeit, daß der Schädling mit dem stark mit Erde behafteten Saatgut nach Ungarn gelangt ist. Die Bekämpfungsmaßnahmen gegen die in großer Zahl auftretenden Käfer und Larven wurden mit technischer Unterstützung des österreichischen Pflanzenschutzdienstes unverzüglich aufgenommen.

Referate.

Referenten: Ber = F. Beran, Bö = H. Böhm, Ko = G. Kostrun, Sch = J. Schönbrunner, Wt = O. Watzl, We = H. Wenzl.

Jones (E. W.) and Shirck (F. H.): **The seasonal vertical distribution of Wire-Worms in the soil in relation to their control in the pacific northwest. (Die jahreszeitliche vertikale Verteilung der Drahtwürmer im Boden und ihre Bekämpfung im pazifischen Nordwesten.)** Journ. Agric. Res., Vol. 65, Nr. 3, 1942, S. 125.

Für die Bekämpfung des Drahtwurmes ist die Kenntnis seines Verhaltens im Boden Voraussetzung. Verf. untersuchten die Abhängigkeit der vom Drahtwurm aufgesuchten Bodentiefe von den Bodenverhältnissen, insbesondere der Bodentemperatur und der Bodenfeuchtigkeit. Im Frühjahr ist ein Aufsteigen des Drahtwurmes aus tieferen Bodenschichten gegen die Oberfläche zu beobachten, sobald die Bodentemperatur in Tiefen von 6 inch (= zirka 15 cm) zwischen 40 und 68° F (= 4·4 bis 19·8° C) liegt. Im Hochsommer erfolgt bei Ansteigen der Bodentemperatur auf 75° F (23° C), insbesondere bei großer Bodentrockenheit, eine Rückwanderung in tiefere Schichten, während bei Ansteigen der Bodenfeuchtigkeit, z. B. nach Regenfällen, die Tendenz nach aufwärts besteht. Die Bekämpfung muß diese Verhältnisse berücksichtigen. Die Ködermethoden haben dann die größten Erfolgchancen, wenn die größte Zahl der Drahtwürmer möglichst nahe der Oberfläche lebt. Schwefelkohlenstoff besitzt im Juli bis September, Naphthalin im April bis Juni die größte Wirksamkeit. Ber.

Borden (A. D.): **Xanthone in the Control of Codling Moth and Mites on Apples and Pears in California. (Xanthon zur Bekämpfung des Apfelwicklers und von Milben an Apfel und Birne in Kalifornien.)** J. econ. Ent. 37, Nr. 1, 1944, 36—42. Ref. nach R. A. E., 32, S. 363.

Bleiarsenat, das während der ganzen Vegetationsperiode zur Bekämpfung von Obstmaden (Cydia pomonella L.) an Kernobst in Kalifornien verwendet wurde, ergab gewöhnlich hohe Blei- und Arsenikrückstände, verursachte Blattbeschädigungen, besonders während der wolkenreichen Monate Juni, Juli und August, und versagte im Schutz von Birnen gegenüber Paratetranychus pilosus C & F. sowie gegen Tetranychus bimaculatus Harvey. Es wurden daher Versuche angestellt, um ein Ersatzmittel für den Gebrauch zu Deckspritzungen zu finden.

Die Versuche wurden in den Jahren 1939 bis 1943 ausgeführt, wobei Xanthon in halben bis gleichen Konzentrationen wie Bleiarsenat, nämlich in 0·18 bis 0·36%, unter Beifügung verschiedener Zusätze, angewendet wurde. R. A. E. bringt ausführliche, über eine ganze Seite ausmachende Versuchsberichte. Die mit Xanthon erzielten Abtötungsziffern liegen durchwegs höher als jene von Bleiarsenat; außerdem werden dem Mittel noch andere günstige Eigenschaften zugeschrieben.

Feldversuche, im Jahre 1943 ausgeführt, ergaben bei Xanthon-Anwendung endgültig bessere Bekämpfungserfolge von Cydia pomonella als bei Bleiarsenatverwendung; Xanthon war auch gegen Rosenzykade und Blutlaus an Apfel sowie gegen Milben an Birne erfolgreich. Die Methode des Einmischens von Xanthon in Spritzbrühen wurde beschrieben und geeignete Streck- und Benetzungsmittel für den Gebrauch mit demselben werden empfohlen. Xanthon ist viel weniger giftig für

den Menschen als Arsenmittel und seine Spritzrückstände werden als unschädlich betrachtet; dieselben können mit allen Arten erprobter Waschmittel leicht entfernt werden. Wt.

Steiner (L. F.), Arnold (C. H.) and Summerland (S. A.): **The Development of large Differences in the Ability of local Codling Moths to enter sprayed Apples. (Die Entwicklung großer Unterschiede in der Fähigkeit von lokalen Obstmaden zum Eindringen in gespritzte Äpfel.)** J. econ. Ent. 37, Nr. 1, 1944, S. 29—33. Ref. nach R. A. E., 32, 1944, S. 362.

Laboratoriums- und Obstgartenversuche mit mehr als 14.000 frisch geschlüpften Larven von Cydia (Carpocapsa) pomonella L. in zwei ähnlich gelegenen Obstanlagen, 37 Meilen (= 59·3 km) voneinander entfernt, im äußersten Südwesten von Indiana, welche bis 1936 in gleicher Weise gespritzt worden waren, ergaben Unterschiede in der Fähigkeit der Populationen zum Eindringen in gespritzte Äpfel, die sich offenbar innerhalb der letzten fünf Jahre entwickelt haben. Larven einer Obstanlage, die seit 1936 stark mit Bleiarsenat gespritzt worden ist, drangen in gespritzte Äpfel in deutlich größerer Anzahl ein als jene der anderen Obstanlage, die seit 1936 nicht gespritzt worden ist; dies zeigte sich bei Äpfeln, die mit Bleiarsenat, Nikotinbentonit, Cryolit oder Xanthon gespritzt wurden. Keine Unterschiede zwischen den Larvengeschlechtern konnten gefunden werden in der Fähigkeit derselben zum Eindringen in ungespritzte Äpfel oder in solche, die mit Phenothiazin gespritzt wurden; ebenso ergaben sich keine Unterschiede in der Zahl der von den Motten gelegten Eier sowie in der Resistenz der Eier gegen Xanthon, gepulvertes Nikotinbentonit, Mineralöl oder Mineralöl und Nikotin. Ferner ergaben Beobachtungen, daß Larven solcher Geschlechter, die für Bleiarsenat weniger empfänglich waren, weniger Zeit zu den Eindringungsversuchen brauchten und kürzere Strecken über die Früchte krochen als die anderen Larvengeschlechter, wobei es deutlich wurde, daß der sogenannte Resistenzunterschied mehr auf das Verhalten der Larven als auf eine allgemeine Widerstandskraft zurückzuführen war. Ihre Resistenz war erheblich größer gegen Bleiarsenat als gegen Nikotin, so daß Nikotin in Labor-Versuchen wirksamer war als Bleiarsenat, aber weniger gegen die minderresistenten Geschlechter.

Die Ergebnisse zeigten, daß Erhöhungen in dem Verhältnis resistenter Larvengeschlechter verzögert, wenn nicht verhindert werden können, und zwar durch Anwendung von Ergänzungsmitteln und Insektiziden, die einen höheren Prozentsatz der Motten und der Eier töten als Bleiarsenat. Sie erweisen auch die Notwendigkeit eines Überblicks über die Variation in der ersichtlichen Widerstandsfähigkeit, welche zwischen Larvenpopulationen verschiedener Obstanlagen auftreten können, wenn an solchen Örtlichkeiten Vergleichsversuche mit Insektiziden gemacht werden sollen. Wt.

Kjellander (E.): **C. papaveris, gen. et sp. n., a new Pest of Poppy. (Carpodiplosis papaveris n. gen. n. sp., ein neuer Schädling des Ölmohnes (Dipt. Cecid.).** Opusc. ent. 10, 1945, S. 38—43. Ref. nach R. A. E., Vol. 34, 1946, S. 59.

In Südschweden macht sich seit 1944 ein neuer Mohnschädling, Carpodiplosis papaveris, unangenehm bemerkbar, der zu den Gallmücken (Cecidomyidae) zählt. Verf. beschreibt den Entwicklungsgang des Schädlings und dessen Schadenswirkung. Ber.

Eigentümer u. Verleger: Österreichischer Agrarverlag, Wien I., Bankgasse 3. Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, beide Wien II., Trunnerstr. 1. Druck: Genossenschaftsdruckerei Raiffeiren m. b. H., Wien XVIII., Theresiengasse 58

Auf Bestellung
senden wir Ihnen eine **Probenummer** der
VERSICHERUNGS-RUNDSCHAU
an:

Herrn/Frau .....

Wohnort: .....

Post: .....

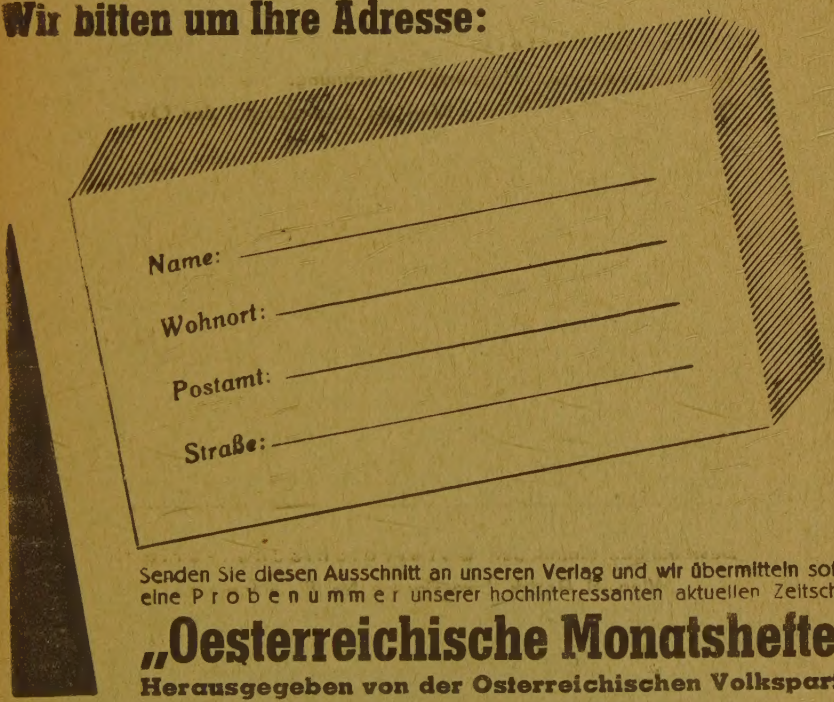
Bitte ausschneiden und sofort einsenden!

Versicherungsfachleute
müssen über alle Neuerungen im Versicherungswesen (Gesetze, Verordnungen, Erlässe und dgl.) genauestens informiert sein und beziehen deshalb

DIE VERSICHERUNGS-RUNDSCHAU
die Fachzeitschrift für Sozial- und Vertragsversicherung

Sie erscheint im 2. Jahrgang im Österreichischen Verlag, Wien VIII., Strozzigasse Nr. 8, kostet als
Einzelheft S 2.–, im Jahresbezug S 20.–
einschließlich Postzusendung

Wir bitten um Ihre Adresse:



Senden Sie diesen Ausschnitt an unseren Verlag und wir übermitteln sofort eine Probenummer unserer hochinteressanten aktuellen Zeitschrift

„Oesterreichische Monatshefte"
Herausgegeben von der Österreichischen Volkspartei
Österreichischer Verlag, Ges. m. b. H., VIII., Strozzigasse 8

WIENER **TAGESZEITUNG**

ZENTRALORGAN DER ÖSTERREICHISCHEN VOLKSPARTEI

Einzelpreis 20 Groschen

Achtet auf den

GELEGENHEIT –

Gebot der Zeit!

Die langerwartete Tageszeitung trägt diesem Wunsche verantwortungsbewußt Rechnung. Sie spricht zu Österreich, sie spricht zur Welt als Zentralorgan der ÖVP

Bestellungen nimmt der Österreichische Verlag, Wien, 8. Bezirk, Strozzigasse Nr. 8, entgegen

Eigentümer u. Verleger: Österreichischer Agrarverlag, Wien I., Bankgasse 3. Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, beide Wien II., Trunnerstr. 1. Druck: Genossenschaftsdruckerei Raiffeisen m. b. H., Wien XVIII., Thereriengasse 58